

ОЦІНКА КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ РУХУ ЗА ДИНАМІКОЮ ЗМІНИ ВІДВЕДЕННЯ ЕЛАСТИЧНОЇ ШИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено аналіз структури стенду, який дозволяє вимірювати відведення еластичного колеса під час руху по колу. Пропонується комп'ютерна модель стенду для дослідження курсової стійкості руху.

Ключові слова: відведення, курсова стійкість руху, еластична шина, динаміка, протектор.

Abstract

An analysis of the structure of the stand is provided, which allows measuring the removal of the elastic wheel while moving in a circle. The computer model of the stand for studying the course of motion stability is offered.

Key words: displacement, course sustainability, elastic tire, dynamics, protector.

Вступ

Шини в залежності від умов роботи повинні володіти певними експлуатаційними якостями. Для роботи автомобілів у важких дорожніх умовах і по бездоріжжю, транспортні засоби повинні бути обладнані шинами, що володіють високою прохідністю і надійністю.

Під раціональним вибором шин для дорожніх автотранспортних засобів мається на увазі вибір таких типів, розмірів і моделей шин, які володіли б в конкретних умовах експлуатації сукупністю найбільш високих якостей.

На транспортних засобах встановлюють шини одного розміру, моделі, конструкції (радіальної, діагональної, камерної, безкамерної і ін.) з однаковим рисунком протектора.

Існують дослідження в яких розглядаються залежності курсової стійкості руху від кутів установки коліс, зносу протектора, матеріалу гуми.

Аналіз курсової стійкості руху, показав що є важливою експлуатаційною властивістю легкового автомобіля показав, а також що нерівномірні або змінні характеристики еластичних рушіїв великою мірою впливають на курсову стійкість руху.

Основна частина

Основою для аналізу або синтезу КСР, з метою її поліпшення, є узагальнена (повна) система, що дозволяє оцінити вплив на курсову стійкість множини значущих конструктивних та збурюючих чинників.

Шляхом аналізу характеристик курсової стійкості руху, оцінюється значущість впливів на курсову стійкість руху автомобіля окремих факторів множини: стабілізуючого моменту, положення центру мас, асиметричних характеристик шин, жорсткості шин, кута розвалу.

Різні збурюючі чинники, можуть викликати порушення курсової стійкості руху автомобіля.

Для випробування шин використовується велика кількість різних стендів, пристроїв, приладів і т.п., які виготовлені в різних країнах вищими навчальними і дослідницькими закладами, заводами і концернами.

Цей великий перелік обладнання містить дуже складні дослідні комплекси, які дозволяють вирішувати кардинальні завдання розвитку шин, а також нескладні, але оригінальні пристрої, призначені для вирішення локальних завдань. Все різноманіття обладнання об'єднує мета цього - створення інтелектуальних еластичних пневматичних шин.

Починаючи з самих ранніх стадій проектування можна бачити як буде працювати машина (механізм) і покращувати її функціонування.

Широкі можливості програмного пакету, висока надійність і мала трудомісткість його використання дозволяють досліджувати десятки, сотні і навіть тисячі варіантів конструкції складних машин і механізмів, моделюючи на комп'ютері реальні умови їх роботи, порівнювати і вибирати кращий варіант, удосконалювати і удосконалювати майбутній виріб, витрачаючи на це у багато разів менше часу і коштів, ніж традиційним старим шляхом.

При відсутності можливості проведення випробувань на існуючих стендах потрібно визначитися зі способом і обладнанням для дослідження відведення еластичного колеса.

Основною метою роботи є обґрунтування можливості використання комп'ютерної моделі стенду карусельного типу для визначення кута відведення при русі колеса по колу.

Для досліджень відведення еластичних шин Донецької академії автомобільного транспорту була розроблена установка карусельного типу, яка також дозволяє визначити кут відведення еластичного колеса по значенням двох параметрів.

Однак виготовлення, комплектування та експлуатація даної установки вимагає великих витрат. Крім того, бігова опорна поверхня колеса, з різними елементами, і значна площа для дослідницького обладнання теж ускладнюють розвиток лабораторії.

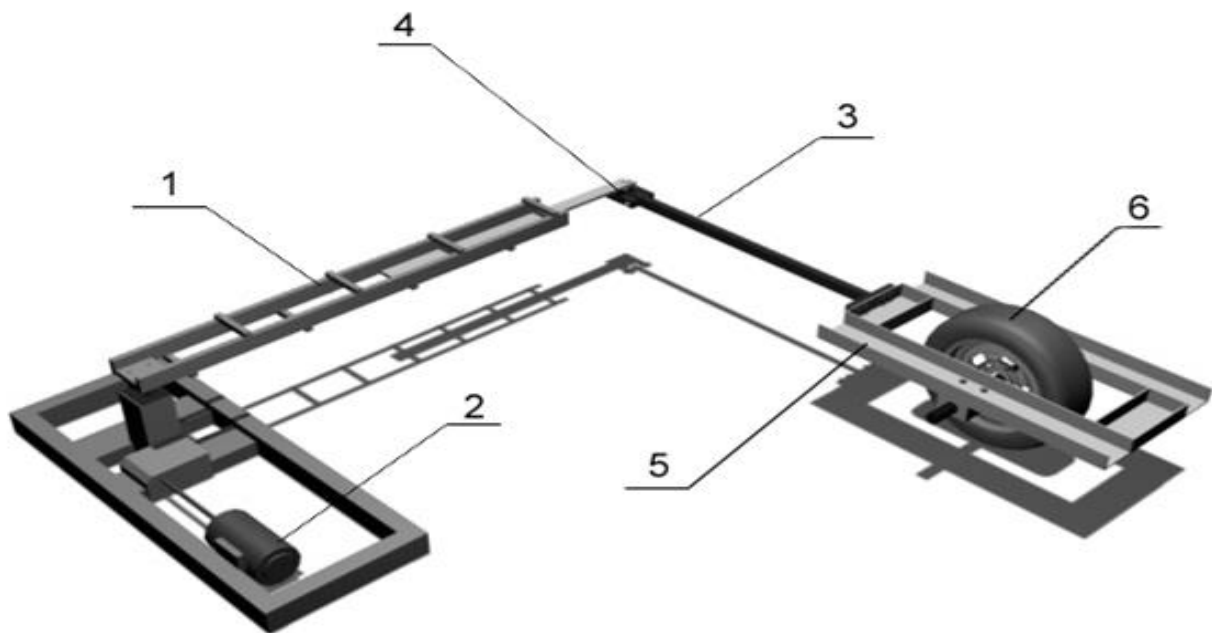
Виходячи з цього, комп'ютерне моделювання доцільно використовувати для аналізу впливу факторів на відведення і бічну силу.

Можливо вирішувати такі основні завдання:

- прогнозування курсової стійкості руху на шинах з різним навантаженням;
- дослідження відведення еластичних шин з різними конструктивними параметрами.

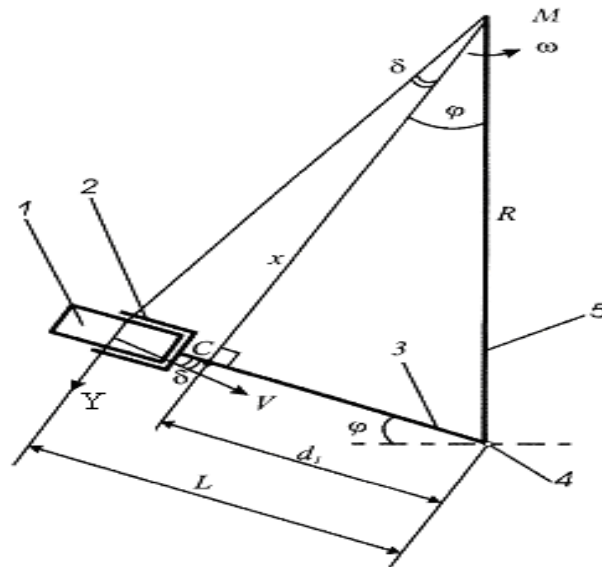
При побудові даної моделі враховувалася модель кочення колеса Рокара.

Для більш докладного обґрунтування комп'ютерної моделі розглянута принципова кінематична схема стенду карусельного типу на рис. 1.1 і 1.2.



1-водило; 2- рушій; 3 – ведена ланка; 4- шарнір; 5 – ступиця; 6 – колесо

Рисунок 1.1 – Модель стенду карусельного типу



1 – колесо, яке випробовується; 2 - ступиця; 3 – ведена ланка; 4 - шарнір; 5 - водило;
 P - центробіжна сила; V - вектор швидкості; δ – кут відведення; φ - кут складання; ω - частота обертання водила; R - довжина водила; L - довжина веденої ланки; x – відстань від миттєвого центра обертання M до центру мас веденої ланки; d_1 – відстань між центром мас C і шарніром 4;
 Y - бокова сила; C - центр мас.

Рисунок 1.2 - Принципова кінематична схема стенду карусельного типу для вимірювання кута відведення колеса

При побудові комп'ютерної моделі використовувалися представлені нижче математичні залежності. Виходячи з рівняння, що описує обертальний рух веденого ланки щодо водила отримана залежність:

$$m_1 \cdot \omega^2 \cdot x \cdot d_1 = Y \cdot L, \quad (1.1)$$

Кут відведення і бічна сила пріврівнюються:

$$\delta = \arctg \frac{L - R \cdot \sin \varphi}{R \cdot \cos \varphi}, \quad (1.2)$$

$$Y = \frac{m_1 \cdot \omega^2 \cdot x \cdot d_1}{L}, \quad (1.3)$$

де Y - бічна сила;

m_1 - маса веденого ланки;

x - відстань від миттєвого центру обертання M до центру мас веденого ланки;

d_1 - відстань між центром мас C і шарніром 4;

L - довжина веденого ланки.

Тому що загальна маса колеса з маточиною в кілька разів перевищує масу веденого ланки, прийнято що центр мас колеса 3 знаходиться на осі обертання колеса. Це дозволяє перетворити вищевисану залежність в такий вигляд:

$$Y = m_1 \cdot \omega^2 \cdot R \cdot \cos \varphi, \quad (1.4)$$

На рисунку 1.2 - представлений зовнішній вигляд моделі стенду, виконаної в програмі «Autodesk 3ds Max».

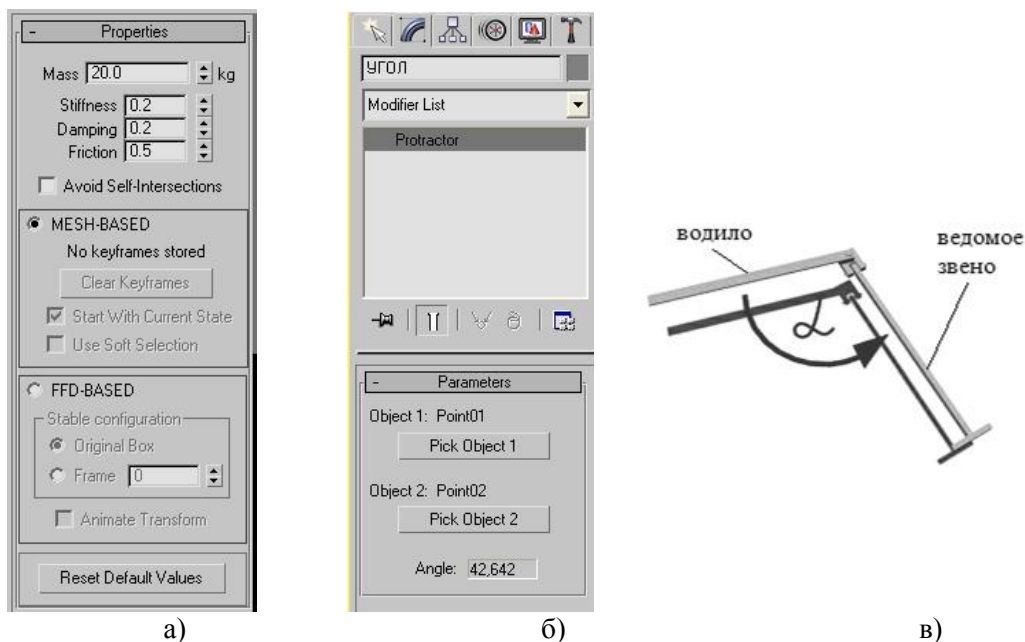
Дана модель розроблена з урахуванням маси і розмірів окремих вузлів і деталей стенду. Один з головних його елементів - водило, виконаний з можливістю зміни його довжини, отже, можна задавати різний радіус повороту колеса.

Відмінною рисою даної моделі в порівнянні з подібними комп'ютерними моделями, присвячених темі визначення кута відведення при русі колеса по колу, є те, що з'явилася можливість анімації роботи стенду з урахуванням визначальних фізичних і механічних властивостей.

Забезпечити реальність схеми взаємодії колеса з опорною поверхнею допоміг спеціальний вбудований в програмну систему модуль «Reactor 3.0.0.20», призначений для дослідження фізичних взаємодій. Виходячи з поставленого завдання, вивчення взаємодії еластичного колеса з опорною поверхнею при його русі по колу, використовувався двигун прорахунку динамічних взаємодій Havok і утиліти «Reactor».

Можливість змінювати навантаження на колесо представлена у вікні Properties (властивості). Крім маси, в цьому ж вікні можна задавати еластичність колеса (Elasticity), і коефіцієнт зчеплення колеса з опорною поверхнею (Friction) (рис. 1.2)

Можна спостерігати зміну кута складання між відомою ланкою і водилом (рис. 1.2 в) у вікні Modify (модифікатори) головній панелі завдань (рис. 1.2 б). Значення кута, в свою чергу, дозволяє бути визначеним за формулою (1.4), враховуючи бічну силу при заздалегідь визначених параметрах.



а – визначні фізичні параметри панелі Properties; б – відображення кута в панелі Modify; в - схема кута

Рисунок 1.2 - Схема і панелі для виміру кута збирання

Використання імітаційної моделі стенду карусельного типу, може досліджувати еластичний рушій при різних значеннях основних параметрів конструкції і науки величин коефіцієнта зчеплення колеса з опорною поверхнею і еластичності колеса.

Комп'ютерне моделювання дозволяє оцінити вплив параметрів шини на характеристики, що обумовлюють безпеку руху.

Висновки

Вирішення проблеми підвищення курсової стійкості руху виконується різними шляхами, у тому числі й за рахунок використання шин зі змінною жорсткістю, яка є функцією бічної сили, а також за рахунок використання шин зі змінною жорсткістю, яка є функцією бічної сили, а також за рахунок використання на задній осі шин з більш широким поперечним профілем.

Проведений аналіз курсової стійкості руху легкового автомобіля за допомогою математичного моделювання дозволяє зробити наступні висновки: використання шин з більшою шириною профілю на задній вісі автомобіля приводить до того, що п'ятковий момент на цій вісі не змінює знак на більш широкому діапазоні кутів відведення, ніж п'ятковий момент на передній вісі, що сприяє підвищенню курсової стійкості руху автомобіля; поява п'яткових моментів приводить до значного поліпшення курсової стійкості руху моделі автомобіля; використання шин зі змінною жорсткістю суттєво покращує показники курсової стійкості руху автомобіля.

Практика автомобілебудування показала, що усунення негативного впливу на курсову стійкість руху автомобіля збурюючих факторів можна здійснити також шляхом регулювання розвалу коліс у процесі руху автомобіля на поворотах, які мають різну кривизну. Таким чином стабілізуючий ефект підсилюється. Після проведення відповідного математичного аналізу зроблено висновок, що поворотом передніх коліс у належний бік можна усунути вплив бічної сили й одержати бажаний режим руху.

Якщо використовувати дію означених вище факторів цілеспрямовано, то можна компенсувати негативний вплив на курсову стійкість руху таких факторів як зсув положення центру мас автомобіля або нерівномірне вертикальне навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зирянов В.В. Критерії оцінки умов руху і моделі транспортних потоків / В.В. Зирянов. - Кемерово, 1993. – 198 с.
2. Макаров В.А. Про один підхід до оцінки впливу жорсткісної неоднорідності еластичної пневматичної шини на стійкість руху дорожнього транспортного засобу / В.А. Макаров, В.Г. Хребет, В.М. Дугельний // Вісник Центрального наукового центру Транспортної академії України. – 2000. – Вип. 3. – С. 95-96.

Макаров Володимир Андрійович – доктор технічних наук, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету.

Свершок Антон Васильович – студент групи 2АТ-17м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

Makarov Volodymyr A. - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Automobile and Transport Management of Vinnytsia National Technical University

Svershok Anton V. - student of 2AT-17m group, faculty of Engineering and Transport, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com